

# うしお

第276号

平成10年4月



## 「かごしま旬のさかな」 春のさかな (3) : アオリイカ

春から夏に沿岸の藻場に産卵に来る。餌木(木を削ってエビに似せたもの)によるイカ曳きがおもしろい。肉厚で甘味があり、刺身に最適で、凍結しても味が変わらないことから、土産や贈答などに喜ばれる。イカに多く含まれるタウリンは、コレステロールを下げ胆石や心臓発作を防ぐ作用があり、乳幼児の脳の発達を促すといわれている。

### 目次

魚は何色が好きか? .....	1
サメ肉の鮮度変化について .....	3
ストレスと病気 .....	4
魚類種苗生産システム開発 .....	5
の思い出	

鹿児島県水産試験場

# 魚は何色が好きか？

## 1 はじめに

みなさんは、「魚付林」という言葉をご存じですか。これは、読んで字のごとく、魚の付く林のことです。昔から、緑の深い山を背景に持った漁場というのは、魚がたくさん獲れるという話があります。このことから、最近では港に設置される防波堤を緑に着色し、魚を呼び寄せようとする試みがなされています。水産試験場では、この着色防波堤の誘魚効果を把握するため調査を実施しました。

## 2 調査方法

### (1) 魚群行動調査

鹿児島大学水産学部川村教授に委託して、魚は何色を好むか、魚に色識別ができるか、色環境が魚の生理に影響を及ぼすか、魚に空中物標がみえるか、実験していただきました。

### (2) アンケート調査

着色防波堤周辺（笠沙町、中種子町、枕崎市）の漁業者に、着色防波堤の誘魚効果についてアンケートを取りました。

### (3) 漁獲実態調査

着色防波堤の近くの小型定置網の水揚量を調べました。

## 3 調査結果

### (1) 魚群行動調査

#### ○魚は「青」が好き

着色防波堤を6つの着色水中カイト（三角錐状、ビニールシート製）に置き換えて誘魚効果を潜水観察した結果、誘魚効果の順位は以下であると結論されました。

青>緑>黒>白

青>黄・赤>白

#### ○色覚魚と色盲魚がいる

水中カイトの誘魚効果が色の効果であると

結論するには魚が色覚をもつことが前提となります。謂集魚の色覚を網膜の水平細胞の活動電位であるS電位を指標として調べました。鹿児島水域の色覚魚と色盲魚は次の通りです。  
色覚魚：アカエイ、ウマズラハギ、クサフグ、クロサギ、コショウダイ、コシロ、コバンザメ、ゴサバ・マサバ、スズキ、ナシフグ、ヒラメ、ブリ、ホホホリ、ホウマヅ、マヅ、マダイ・チダイ・クロダイ

色盲魚：カツオ・スマ・ソウダガツオ、キハダ・メバチ・ビンナガ、カマスワラ、クロガサキ・シロガサキ・バショウガサキ・マガサキ・メカサキ、サメ類、真性深海魚、イカ類、カクレ類

#### ○色環境は魚の生理に影響を及ぼす

青色水中カイトの誘魚効果が優れていたのは魚が青色に嗜好性をもつと考えられ、色の嗜好性をマダイを色環境を変えて飼育して生理的变化を調べました。青、緑、赤、紫外線の4つの色環境で飼育した結果、魚体測定値と酸素消費率には色環境による有為差が見られませんでした。筋肉中のRNA/DNAが青色試験区で顕著に高く、この結果は青色環境が魚に好適であると解釈されました。

#### ○魚は空中物標が見える

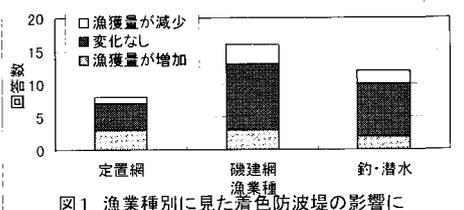
魚は海面上の着色防波堤を海中から視認することになります。ダイバーによる空中物標の観察では、ダイバーは空中物標を視認できることを確認しました。また、海中からの空中物標の撮影では、偏光フィルタを使用することによって空中物標が顕著に鮮明になりました。魚は偏光受容能力をもつことから、魚は海中から海面上の着色防波堤を十分視認できると結論されました。

### (2) アンケート調査

#### ○漁業種別に見た着色防波堤の影響に対する評価

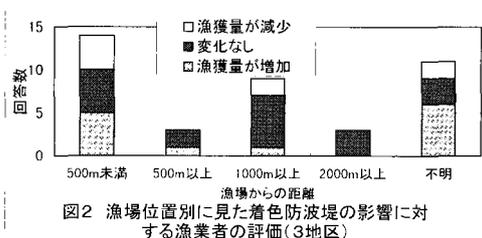
いずれの漁業種においても、「変化なし」の回答が多く、残りを「漁獲量が増加」と「漁

獲量が減少」がほぼ2分しています。



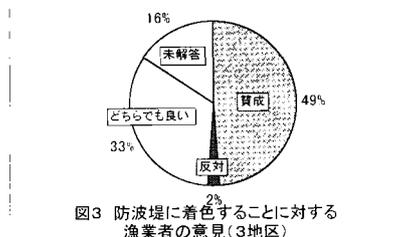
○漁場位置に見た着色防波堤の影響に対する評価

500m未満では「漁獲量が増加」, 「変化なし」, 「漁獲量が減少」の回答がほぼ3つに分かれますが, 500m以上から2000m以上では「変化なし」が多いです。また, 「漁獲量が増加」の回答は500m未満に多いです。



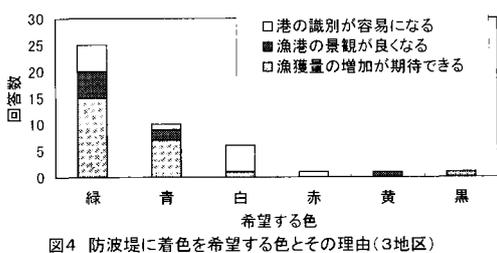
○防波堤に着色することに対する意見

約半数の人が「賛成」と回答し, 「反対」の回答は僅か2%でした。



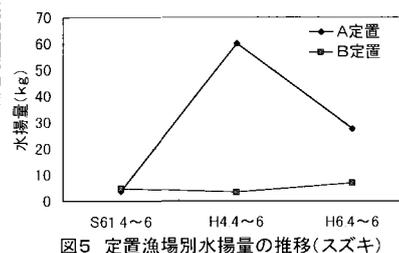
○防波堤に着色を希望する色とその理由

回答数が多かった色は緑で, その次は青でした。その理由は, 「漁獲量の増加が期待できる」が6割を越えています。



(3) 漁獲実態調査

笠沙町小浦の着色防波堤の近くの小型定置網(A)とそれから離れていてその影響のないと思われる小型定置網(B)について, 防波堤に着色する前(昭和61年4~6月)と着色した後(平成4, 6年の同月)の水揚量を調査しました。対象魚種は, 色覚魚のブリ, コノシロ, スズキ, ヒラメ, ポラ, クロダイと色盲魚のアオリイカ, 甲イカ類, タコ類としました。しかし, 着色防波堤の効果を示す明瞭な結果は得られませんでした。ただ, スズキの水揚量はB定置では着色の前後でほとんど変化が無いのに比べ, A定置では着色後水揚量が増加しており, 効果があった可能性があります。なお, この調査の問題点として, B定置の水揚量の推移を基準としてA定置の水揚量の変化を着色防波堤のみの影響とするには無理があることやデータ数の不足が挙げられます。



4 最後に

これらの調査結果から水産業への応用として, 次のようなことが考えられます。

○魚にやさしい色環境を創造するために防波堤, 海岸道路の山側のコンクリート斜面, 沿岸の高層ビルディング, 河川護岸のコンクリート壁等の沿岸構造物を青く塗装する。

○漁獲効率を高めるための漁具漁法上の改善として, 定置網の箱網と昇り, 籠漁具全体, 人工魚礁, 漁船の舷側と船底を青く塗装する。

みなさんも, 魚は「青」が好きということ, 魚の飼育や釣り等に応用してみたいかがですか。

(漁業部 池上)

\*参考文献: 「着色防波堤の誘魚効果に関する基礎的研究」鹿兒島大学水産学部川村軍蔵

## サメ肉の鮮度変化について

サメ肉は、本県では、古くからさつま揚げの原料として利用され、独特な揚げ色と柔らかい食感が得られるといわれます。関東でははんぺんの原料として、また、ふかひれは中華料理の材料として、よく知られています。

平成8年度から、サメ類の有効利用に関する調査を実施することになり、過去の研究報告等を参考にしながら、サメ肉の成分調査、鮮度変化、或いは加工特性等について試験を行っています。

ヨシキリザメの冷凍フィレ肉が市販され、ねり製品加工の原料に使用されていますが、今回、漁獲後、急速凍結処理されたヨシキリザメ肉を入手し、これを5℃冷蔵庫内に貯蔵して、鮮度変化を観察しながら、ATP関連物質の消長について調べ、鮮度指標の検討を行うとともに、冷凍フィレ肉のその組成を調べて、両者を比較してみました。

なお、ATPは生体におけるエネルギーの供給源で、魚介類が活着している間は、同一種の筋肉中のその含量はほぼ一定の値を保っていますが、死後、酸素の供給が絶たれ、酵素の作用によって、ADP、AMP等へと分解されていきます。

また、魚介類の生きのよさを示す鮮度指標として、K値が一般に用いられていますが、これはATP関連物質の最終生成物2種の合計比を%で表し、刺し身用の生鮮魚で、20%以下といわれています。

試験の結果を図に示しましたが、急速凍結処理されたヨシキリザメ肉は試験開始時に、ATPが約25%残存し、その後、減少しましたが、貯蔵14日後まで検出され、16日後に消失しました。

ADPは1日後に大きく減少しましたが、その後も、ほぼ同じ値を保ち、これらは一般の魚類とその様相をやや異にしました。

AMPは1日後に検出されませんでした、その後、微量が検出されながら、14日後以降は検出されませんでした。

IMP（イノシン酸）は1日後に大きく増加した後、徐々に減少しました。

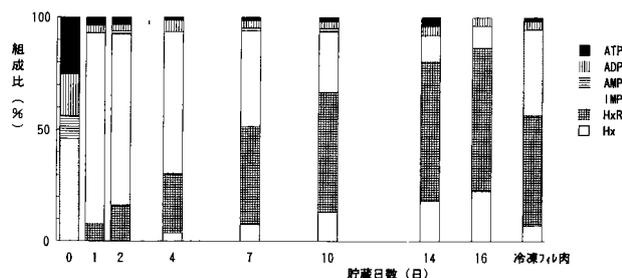


図 ヨシキリザメ肉貯蔵中のATP関連物質組成の経時変化

HxR（イノシン）とHx（ヒポキサンチン）については前者が1日後に約8%、後者が4日後に、はじめて約4%検出され、ともに、貯蔵時間の経過とともに増加しました。

肉眼観察の結果、貯蔵2日後に、肉の透明感、血合肉の赤色度がやや低下し、鮮度的な変化が認められ、この時、Hxは検出されない状態にあり、HxRの値は約16%でした。

ヨシキリザメ肉の鮮度指標として、Hxの検出の有無、HxRの値、或いは両者を合わせた値（K値）等が有効かと思われました。

一方、市販の冷凍フィレ肉のATP関連物質の組成を調べた結果、HxRの値が最も大きく、約50%を占め、次に、IMPが約40%、Hx、ADP及びATPがそれぞれ約7%、4%、2%検出され、急速凍結処理肉の貯蔵7日後の組成と近似していました。

一般に、サメ肉は鮮度低下が早く、短時間のうちにアンモニア臭が発生すると思われがちですが、今回の試験で、アンモニア臭の発生がみとめられたのは貯蔵15日後以降で、漁獲後の鮮度管理が適切であれば、その品質が長時間保持されることがわかりました。

（化学部 新谷）

## ストレスと病気

魚類養殖業は養殖技術の進歩によりこれまでに急速に発展してきました。しかし、近年では、環境悪化などにより魚病が多様化・多発、毎年大きな被害が発生して経営上大きな障害となっています。

では、魚病が発生する要因には何があるのでしょうか？その一つにストレスの関与があげられます。そこで今回は、ストレスと病気について考えてみたいと思います。

まず、ストレスとはなんぞや？ですが、辞書を引くと「動物体に有害な作用因（ストレッサー）により引き起こされる非特異的・生物学的な緊張状態一切のこと」をストレスといい、あらゆる動物に共通する生理的反応であり、また、生命活動を維持するための適応反応でもあり、魚など水生動物にも人や陸上動物と同様な現象が認められています。

ストレッサーとしては、物理的要因（水温の高低や振動等）、科学的要因（低溶存酸素、過剰な有機物の存在）、精神的要因（過密飼育、選別、輸送等）、生物的要因（病原菌、寄生虫）などが挙げられます。

次に、ストレスが病気にどのように関わっているのでしょうか？

先ず、何れかのストレッサーにより魚が刺激を受けると、警告反応として下垂体-副腎皮質系によりホルモン分泌が昂進し、刺激に対して積極的に防御反応を示すことが知られています。（警告期）

この警告期に分泌される代表的なホルモンにコルチゾルがあげられます。このホルモンに関しては生体防御能との関係について色々試験が行われていますが、その結果ではコルチゾルの分泌により、血中のリンパ球が減少したり、抗体産生能を有するリンパ球B細胞の活性化が抑制される現象が報告されていま

す。つまり、この時期に細菌等に接触すると免疫力が低下しているため、容易に細菌等の感染源が体内に進入し感染症が起りやすい状態になります。

さらに、この警告期の反応により個体が刺激に抵抗力を増すと抵抗期と呼ばれる時期になります。この時期までにストレッサーが取り除かれれば回復しますが、抵抗力には限度があるのでやがて刺激に耐えられなくなり疲弊期に入り、ストレスが個体に対して破壊的に働きだしストレス病が発症する事態となります。ストレス病としては、人間などの哺乳類にみられる急性胃潰瘍が代表的なものです。魚の胃でもストレスにより同様な病変が生ずることがヨーロッパウナギで示されています。このように、ストレスと病気は非常に密接な関係にあります。

水産養殖の対象となっている魚は、天然の生息環境と異なる環境で飼育され必然的に多大なストレスを受けています。また、産業目的を優先した過密飼育や環境汚染などにより更に多くのストレスを受けており、このことが毎年病気による被害が多発する大きな要因になっていることは間違いないと思います。

養殖魚の価格の向上があまり望めない現状では経営を考えるうえでも、いかに生残率を向上させ良い魚（安全面も）を提供するかが肝心です。

病気によるへい死を防ぎ生残率を向上させるためには、これらのストレスを少しでも減少させることが有力な手段と思われます。

皆さんが飼育している魚は過剰なストレスを受けていませんか？これを機会に、再度管理手法を見直してみてください。

（加塩）

## 魚類種苗生産新システム開発の思い出

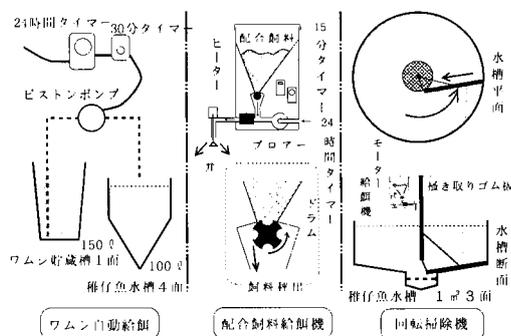
平成10年3月末日で定年退職いたしました。36年間の試験研究生活を振り返ってみますと、一番印象深いのは、やはりセンターの新しい魚類種苗生産システムを開発したことです。

今から23年も昔ですが、昭和50年ごろのマダイ種苗生産は、真四角な水槽で、水槽の片方から注水し、もう片方からアンドンとサイフォンで排水するような簡単な装置でした。したがって、15mmぐらいになると底の汚れで飼えなくて、「沖出し」という行程で、海面生け簀で30~40mmの種苗サイズまで育成していました。

昭和55年までに新しい栽培漁業センターを建設して、鹿児島湾にマダイを100万尾放流しようという計画が持ち上がり、中間育成で50%の歩留まりとして、マダイ種苗200万尾を生産する必要にせまられました。

一口に200万尾の種苗生産といっても、当時、マダイ種苗生産のキャリアが10年あった日裁協の伯方島や上浦事業場で、やっと100~150万尾生産していたころです。

私どもの増殖センターでは、職員3人+作業員3人の6人で、土日、代休なしで4~7月までやって、やっと25万尾程度の生産でした。ですから、200万尾を生産するために、従来の施設と人員を単純に8倍すれば良いという問題ではなかったのです。



図① ワムシと配合飼料自動給餌と回転掃除機

そこで、昭和51年から、まず、最も人手を要したワムシや配合飼料の自動給餌と底掃除の自動化から試験に取り掛かりました。

図1左側ですが、ワムシ自動給餌装置です。

150ℓの角水槽にナンノを満たして、1日給餌分のワムシを収容しました。

給餌は、24時間アナログタイマーで夜明けから日没まで30分ごとのオンオフとし、これがオンになると連結した30分間デジタルタイマーが入って、ピストンポンプが作動します。

給餌量は、30分タイマーで所定の時間を設定しました。

飼育水槽は、懇意にしていたプラスチック加工屋さんに透明塩ビ板で、作ってもらいました。

直径50cm・100ℓで底が60度の円錐型にして、残餌や排泄物が滑り落ちてストレーナーから排出させる構造にしました。

この円形水槽を4面並べて、ワムシ自動給餌装置を組み合わせました。

この装置で、マダイ稚仔魚をふ化から、ワムシ餌料だけで飼育水中のワムシ密度を変えた4区分で飼育しました。この結果、こまめに少しずつ給餌した区が生残率が最も高くなるという結果がでました。

後から考えてみれば、当然のことで、飼育水槽の中の古いワムシは、飢餓になり、新鮮なワムシが良いに決まっていたからです。

ここで、一日数回の手まきよりもポンプで数十回、密度は薄くても、少しずつ給餌する方が良いことがわかりました。

この試験では、10mmまでの飼育でしたが、1槽当たり約2千尾、翌年は、さらに飼育期間を延ばして、18mmまでワムシだけで飼育しました。その結果、1槽当たり1千8百尾、トン当たり換算して約1万8千尾が飼育できました。

当時の沖出しまでの生産密度が、大型水槽でトン当たり約2千尾といわれていたの

で、約10倍の生産性となりました。

もちろん小型水槽と大型水槽では、そのまま単純に比較はできませんが、かなり高密度で飼育できる感触が得られた訳です。

次に、私どものセンターの地先は、遠浅で、冲出し施設が置けない立地条件でした。これが逆に、幸いして、どうしても陸上水槽でふ化から種苗サイズまで、一貫して生産できないか、ということになりました。

そこで、図1の右側ですが、自動掃除の試験用として1㎡の円形水槽を3面ほど特注して組み立てました。

そして、この水槽に、特注した小型の配合飼料給餌機と水槽の底を回転して掃除するワイパーを取り付けました。これは、小型水槽で底面の角度を60度にしても、汚れは下に落ちませんでしたので、機械的に除去するしかなかったからです。

このワイパーの角度を外側の端からみて、中心から約5度ずらすことで、回転することにより、ワイパーに当たった汚れは中心方向に集められ、ストレーナーの網目を通過して常時排出できる機能としました。

回転掃除機の運転は、夜も回して1日中やりました。夜間回しても特にへい死はなかったのですが、夜は、摂餌しないことから「ふん」も少ないですし、余計なストレスを避けて、運転は、24時間タイマーで夜明けから日没までとしました。魚は、慣れてくるとハードルのようにワイパーを跳び越して、特に、問題はありませんでした。

次に、掃除機の変速機は速度が変えられるタイプのもので試験しました。速度が遅ければ遅いほど汚れを巻き上げなかったのですが、実際の量産設備では、最も遅い機種で3分間で1回転し、しかも、速度が固定した変速機しか探せませんでしたので、これを付けました。

また、実際の量産では、ふ化した時からの運転も試みましたが、微細な汚れが巻き上がって良くありませんでしたので、マダイで

は、全長6mmから運転しています。

シマアジ、イシガキダイなど飼育条件の厳しい魚種によっては8~10mmから運転を開始しています。

底面に着底するヒラメやカサゴなどでは、着底期前まで使用できます。

注水は、水道の上に渡したパイプに1列に穴を開けて、ここから落としましたが、後に、この方法は、海水中の窒素ガスを追い出す効果もあって、ガス病の予防にもなりました。

排水は、底面中心にネットを張った円形のストレーナーを抜けてから、いったん立ち上げてオーバーフローとしました。

後で判ったことですが、従来のアンドン式排水では、汚れによる網の目詰まりでアンドンの中の水位が下がるとアンドンが浮き上がります。それと同時に、サイフォンも持ち上がって、これがはずれたり、また、長時間使うと空気がたまって水が切れれます。

そうするとサイフォンは、働きませんので、水位が上昇し始め、ついには、水槽の上から魚が飼育水と一緒にあふれてへい死する事故を何回か経験しています。

これに対して、この排水方式は、ストレーナーのネットが目詰まりした場合でも、若干の水位の上昇はありますが、もともと網ですから、排水できずにあふれる事故は1回もありません。

この底掃除機と注排水システムは、二つでワンセットになっています。

魚の尿や配合飼料、残餌からの水溶性の汚れは、換水量の増加で対応します。

残餌やへい死魚などの固形の汚れは、放置すると水溶性の汚れの発生源になりますから、直ちに、水槽外に出すということがこの装置の基本的な考え方です。

稚魚が小さいとき、あるいは飼育密度が薄いときは、問題なく飼育出来たとしても給餌量が増えると当然水質への負荷が上がります。

配合飼料などの死餌は、生物餌料とちがって、餌不足にならないように、実際の摂餌量

よりも多めに給餌することが、共食い防止や大小差を作らない「コツ」ですので、どうしても残餌がでます。トン当たり1万尾などと高密度に飼育する場合には、このシステムは絶対に必要です。

ただ、ストレーナーの交換やストレーナー上に集まったへい死魚などの回収を、潜水してポンプで吸い出しますので、職員の負担になっています。したがって、潜水しなくても良いようにストレーナー部分の構造を改良する必要があります。

次に、微粒子配合飼料の給餌ですが、当時、淡水魚用の大型給餌機はあったのですが、粉状の微粒子飼料をまくような適当な器械がありませんでした。

そこで、大阪の共同機器、今の新日本ベンチャーズの先代社長の長瀬さんと相談しながら、試作した器械が、図の真ん中です。

基本的には、現在市販されているものと同じような構造ですが、微粒子の配合飼料は、吸湿性が非常に強くて、餌を噴き出す管に粉が付着して管が詰まります。

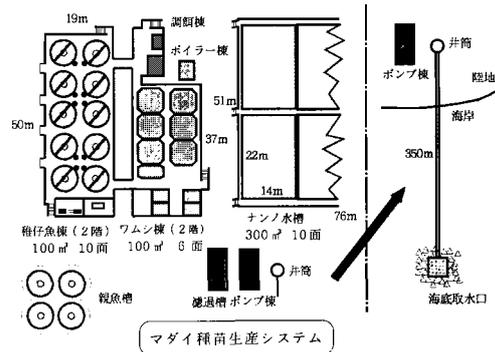
そこで、出口に外気との遮断弁をつけて、ブローアが回り始めると開いて、ブローアが止まると閉じるように連動させました。さらに、餌が落ちてくるT字管には、弱いヒーターを巻き付けました。しかし、水槽が小さくて、1回の給餌量が約0.2gの微量でしたので、ドラムの溝が小さくてよくこびりついて、所定量を給餌するのに苦労しました。

先ほどの、100ℓ水槽で飼育した全長10mmの種苗をこの1㎡水槽に移して、ワムシと淡水魚用のマス配合飼料だけで27mmまで育成した結果、77%の生残率となりました。当時、15mmでの沖出し後の平均的な生残率が大体50%でしたので、かなり良い結果ができました。

換水量を上げ、残餌や排せつ物をうまく処理することで、陸上水槽でも中間育成が十分に行ける見通しが得られたことで、これなら従来の手法であった沖出し行程を省略できる

と確信しました。ちなみに、協会は、マダイ1尾14.5円で中間育成へ出しています。沖出し行程のある機関では、1尾25~30円だそうです。このシステムでは、コストが約半額になっている訳です。

そして、約1年間、仕事の合間を見て、施設の図面を自分たちで実際に引いて検討したものを、建築課にあげて設計してもらいました。種苗生産施設の基本設計を人任せにしないで、技術屋である自分たちでやったわけです。



図② 施設の連結と立体的配置

現在、県栽培漁業協会は、100㎡水槽8面をマダイ量産に使用していますが、成績の良いときは、30mmで80万尾/槽、8千尾/㎡を生産した例もあります。平均すると60万尾ですが、それでも当初計画の3倍です。

これには、稚仔魚用配合飼料の開発も大きく寄与しています。当時は、稚仔魚用に開発した配合飼料がなくて、オリエンタル酵母の酒本さんには、昭和57年ごろからずっとご協力いただいたお陰です。

おそらく、魚肉ミンチを使用していたら、この3分の1も生産できませんでしたし、生産コストもうんと高くなったでしょう。

これからは、週休2日の時代に「生き物を飼うから休めない！」ではなくて、人が休める装置を作るべきです。生物は、非常に精巧なロボットですから、手をうてば反応します。私どもが、その信号を如何にしてキャッチするかという事が基本ですが。

(元栽培漁業センター 藤田征作)